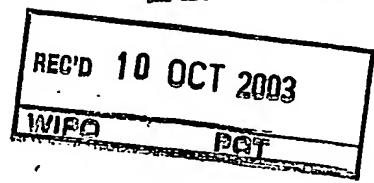


10/525240

PCT/JP03/10583

21.08.03

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2002年 8月21日

出願番号  
Application Number: 特願2002-241250

[ST. 10/C]: [JP2002-241250]

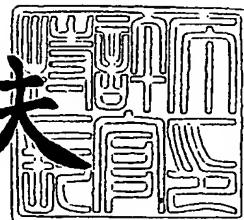
出願人  
Applicant(s): 信越化学工業株式会社  
東京エレクトロン株式会社

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 9月25日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願  
【整理番号】 095-020069  
【提出日】 平成14年 8月21日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 H01L 21/302  
H01L 21/3065  
C23C 14/35

## 【発明者】

【住所又は居所】 福井県武生市北府二丁目1番5号 信越化学工業株式会  
社 磁性材料研究所 内

【氏名】 宮田 浩二

## 【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 東京エレクトロン株式  
会社 内

【氏名】 手塚 一幸

## 【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 東京エレクトロン株式  
会社 内

【氏名】 達下 弘一

## 【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 東京エレクトロン株式  
会社 内

【氏名】 小野 博夫

## 【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 東京エレクトロン株式  
会社 内

【氏名】 永闌 一也

## 【特許出願人】

【識別番号】 000002060

【氏名又は名称】 信越化学工業株式会社

## 【特許出願人】

【識別番号】 000219967

【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

## 【代理人】

【識別番号】 100082197

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 森崎 俊明

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 056409

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 プラズマ処理装置及びプラズマ処理方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被処理基板を収容する処理室と、該処理室内に設けられて前記被処理基板に所定のプラズマ処理を施すためのプラズマを発生させる機構と、前記処理室外に設けられて前記処理室内の前記被処理基板の周囲に所定のマルチポール磁場を形成する磁場形成機構とを有するプラズマ処理装置であって、

前記磁場形成機構は、分離して設けられたリング状の上側及び下側磁場発生機構を備え、該上側及び下側磁場発生機構の夫々は磁石セグメントを有し、該磁石セグメントの各々はリング状磁場発生機構の径方向に延ばした軸を中心に回転可能であることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載のプラズマ処理装置において、前記磁石セグメントを回転させることにより、前記処理室内の前記被処理基板の周囲に所定のマルチポール磁場を形成する状態と、前記処理室内の前記被処理基板の周囲にマルチポール磁場を形成しない状態とに設定可能としたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 3】 被処理基板を収容する処理室と、該処理室内に設けられて前記被処理基板に所定のプラズマ処理を施すためのプラズマを発生させる機構と、前記処理室外に設けられて前記処理室内の前記被処理基板の周囲に所定のマルチポール磁場を形成する磁場形成機構とを有するプラズマ処理装置であって、

前記磁場形成機構は、分離して設けられたリング状の上側及び下側磁場発生機構を備え、該上側及び下側磁場発生機構の夫々は磁石セグメントを有し、前記上側及び下側磁場発生機構の一方或いは両方を磁場発生機構の中心軸の回りに回転可能としたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項 4】 請求項 3 記載のプラズマ処理装置において、上側及び下側磁場発生機構の一方或いは両方を磁場発生機構の中心軸の回りに回転させることにより、前記処理室内の前記被処理基板の周囲に所定のマルチポール磁場を形成する状態と、前記処理室内の前記被処理基板の周囲にマルチポール磁場を形成しない状態とに設定可能としたことを特徴とするプラズマ処理装置。

**【請求項 5】**

前記磁場形成機構は、分離して設けられたリング状の上側及び下側磁場発生機構を備え、該上側及び下側磁場発生機構の夫々は永久磁石セグメントを有し、前記上側及び下側磁場発生機構を互いに接近させ或いは遠ざけるように上下方向に移動可能に構成したことを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載のプラズマ処理装置。

**【請求項 6】** 請求項5記載のプラズマ処理装置において、上側及び下側磁場発生機構を接近或いは遠ざけることにより、前記処理室内の前記被処理基板の周囲に所定のマルチポール磁場を形成する状態と、前記処理室内の前記被処理基板の周囲にマルチポール磁場を形成しない状態とに設定可能としたことを特徴とするプラズマ処理装置。

**【請求項 7】** 請求項1～6いずれかに記載のプラズマ処理装置において、前記磁石セグメントの夫々は多角柱状又は円柱状であることを特徴とするプラズマ処理装置。

**【請求項 8】** 請求項1～7いずれかに記載のプラズマ処理装置を用いて、前記被処理基板にプラズマを作用させてエッチング処理を施すことを特徴とするプラズマ処理方法。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明はプラズマ処理装置に関し、特に、半導体ウエハ等の被処理基板にエッチング等のプラズマ処理を施すプラズマ処理装置及びプラズマ処理方法に関する。

**【0002】****【従来の技術】**

従来から、半導体装置の製造分野においては、処理室内にプラズマを発生させ、このプラズマを処理室内に配置した被処理基板例えば半導体ウエハ等に作用させて、所定の処理、例えば、エッチング、成膜等を行うプラズマ処理装置が知られている。

**【0003】**

このようなプラズマ処理装置において、良好な処理を行うためには、プラズマの状態を、プラズマ処理に適した良好な状態に維持する必要があり、このため、従来からプラズマを制御するための磁場を形成する磁場形成機構を具備したプラズマ処理装置が用いられている。

**【0004】**

磁場形成機構としては、被処理面を上方に向けて水平に配置した半導体ウエハ等の被処理基板に対し、その周囲を囲むようにN及びSの磁極が交互に隣り合うように配列し、半導体ウエハの上方には磁場を形成せず、ウエハの周囲を囲むようにマルチポール磁場を形成するマルチポール型のものが知られている。マルチポールの極数は4以上の偶数であり、好ましくは8から32の間でウエハ周囲の磁場強度が処理条件に合うように極数が選ばれる。

**【0005】****【発明が解決しようとする課題】**

このように、処理室内の半導体ウエハ等の被処理基板の周囲に、所定のマルチポール磁場を形成し、このマルチポール磁場によってプラズマの状態を制御しつつ、エッティング処理等のプラズマ処理を行うプラズマ処理装置は公知である。しかしながら、本発明者等の研究によれば、プラズマ処理、例えば、プラズマエッティング等においては、マルチポール磁場を形成した状態でプラズマエッティング処理を行った方がエッティング速度の面内均一性が向上する場合と、これとは逆に、マルチポール磁場がない状態でプラズマエッティング処理を行った方がエッティング速度の面内均一性が向上する場合とがあることが判明した。

**【0006】**

例えば、シリコン酸化膜等のエッティングを行う場合は、マルチポール磁場を形成してエッティングを行った方が、マルチポール磁場を形成せずにエッティングを行った場合に比べて半導体ウエハの面内のエッティングレート（エッティング速度）の均一性を向上させることができる。すなわち、マルチポール磁場を形成せずにエッティングを行った場合には、半導体ウエハの中央部でエッティングレートが高くなると共に半導体ウエハの周縁部でエッティングレートが低くなるという不具合（エ

ッチングレートの不均一性) が生じる。

#### 【0007】

これとは逆に、有機系の低誘電率膜（いわゆるLow-K）等のエッチングを行う場合にはマルチポール磁場を形成せずにエッチングを行った方が、マルチポール磁場を形成してエッチングを行った場合に比べて半導体ウエハ面内のエッチングレートの均一性を向上させることができる。すなわち、この場合、マルチポール磁場を形成してエッチングを行った場合には、半導体ウエハの中央部でエッチングレートが低くなると共に半導体ウエハの周縁部でエッチングレートが高くなるという不具合（エッチングレートの不均一性）が生じる。

#### 【0008】

ここで、上述した磁場形成機構が、電磁石から構成されたものであれば、磁場の形成及び消滅等の制御は容易に行うことができる。しかし、電磁石を用いると消費電力が増大するという問題が生じるため、多くの装置では永久磁石を用いるのが一般的である。しかし、永久磁石を用いる場合、磁場を“形成する”或いは“形成しない”等の制御は、磁場形成手段自体を装置に取付けたり或いは装置から取外したりする必要があった。このため、磁場形成手段の着脱に大掛かりな装置を必要とするため作業に長時間を要するという問題があり、従って、半導体処理全体の作業効率を低下させるという問題があった。

#### 【0009】

本発明は、このような従来の問題を解決するためになされたものであり、プラズマ処理プロセスの種類に応じて適切なマルチポール磁場の状態に制御、設定することができ、良好な半導体処理を簡単且つ容易に行うことを可能にしたプラズマ処理装置を提供することである。

#### 【0010】

##### 【課題を解決するための手段】

第1の発明は、被処理基板を収容する処理室と、該処理室内に設けられて前記被処理基板に所定のプラズマ処理を施すためのプラズマを発生させる機構と、前記処理室外に設けられて前記処理室内の前記被処理基板の周囲に所定のマルチポール磁場を形成する磁場形成機構とを有するプラズマ処理装置であって、前記磁

場形成機構は、分離して設けられたリング状の上側及び下側磁場発生機構を備え、該上側及び下側磁場発生機構の夫々は磁石セグメントを有し、該磁石セグメントの各々は磁場発生機構の径方向に延ばした軸を中心に回転可能であることを特徴とする。

#### 【0011】

上記第1の発明は、前記磁石セグメントを回転させることにより、前記処理室内の前記被処理基板の周囲に所定のマルチポール磁場を形成する状態と、前記処理室内の前記被処理基板の周囲にマルチポール磁場を形成しない状態とに設定可能である。

#### 【0012】

第2の発明は、被処理基板を収容する処理室と、該処理室内に設けられて前記被処理基板に所定のプラズマ処理を施すためのプラズマを発生させる機構と、前記処理室外に設けられて前記処理室内の前記被処理基板の周囲に所定のマルチポール磁場を形成する磁場形成機構とを有するプラズマ処理装置であって、前記磁場形成機構は、分離して設けられたリング状の上側及び下側磁場発生機構を備え、該上側及び下側磁場発生機構の夫々は磁石セグメントを有し、前記上側及び下側磁場発生機構の一方或いは両方を磁場発生機構の中心軸の回りに回転可能としたことを特徴とする。

#### 【0013】

上記第2の発明は、上側及び下側磁場発生機構の一方或いは両方を磁場発生機構の中心軸の回りに回転させることにより、前記処理室内の前記被処理基板の周囲に所定のマルチポール磁場を形成する状態と、前記処理室内の前記被処理基板の周囲にマルチポール磁場を形成しない状態とに設定可能としたことを特徴とする。

#### 【0014】

第3の発明は、前記磁場形成機構が、分離して設けられたリング状の上側及び下側磁場発生機構を有し、該上側及び下側磁場発生機構の夫々には永久磁石セグメントが設けられ、前記上側及び下側磁場発生機構を互いに接近させ或いは遠ざけるように上下方向に移動可能に構成したことを特徴とするプラズマ処理装置で

ある。

### 【0015】

上記第3の発明は、上側及び下側磁場発生機構を接近或いは遠ざけることにより、前記処理室内の前記被処理基板の周囲に所定のマルチポール磁場を形成する状態と、前記処理室内の前記被処理基板の周囲にマルチポール磁場を形成しない状態とに設定可能としたことを特徴とする。

### 【0016】

#### 【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明に係る実施の形態を説明する。

### 【0017】

図1は、本発明に係る実施の形態を、半導体ウエハのエッチングを行うプラズマエッチング装置に適用した場合の構成を模式的に示したものである。同図において、符号1は材質が例えばアルミニウム等からなる円筒状の真空チャンバであり、プラズマ処理室を構成する。この真空チャンバ1は小径の上部1aと大径の下部1bからなる段付きの円筒形状となっており接地電位に接続されている。また、真空チャンバ1の内部には、被処理基板としての半導体ウエハWを、その被処理面を上側に向けて略水平に支持する支持テーブル（サセプタ）2が設けられている。

### 【0018】

この支持テーブル2は例えばアルミニウム等の材質で構成されており、セラミックなどの絶縁板3を介して導体の支持台4で支持されている。また支持テーブル2の上方の外周には導電性材料または絶縁性材料で形成されたフォーカスリング5が設けられている。

### 【0019】

支持テーブル2の半導体ウエハWの載置面には半導体ウエハWを静電吸着するための静電チャック6が設けられている。この静電チャック6は絶縁体6bの間に電極6aを配置して構成されており、電極6aには直流電源13が接続されている。電極6aに電源13から電圧を印加することにより、半導体ウエハWを支持テーブル2にクーロン力によって吸着させる。

**【0020】**

さらに、支持テーブル2には冷媒を循環させるための冷媒流路（図示せず）と、冷媒からの冷熱を効率よく半導体ウエハWに伝達するために、半導体ウエハWの裏面にHeガスを供給するガス導入機構（図示せず）とが設けられ、半導体ウエハWを所望の温度に制御できるようになっている。

**【0021】**

上記支持テーブル2と支持台4はボールねじ7を含むボールねじ機構により昇降可能となっており、支持台4の下方の駆動部分はステンレス鋼（SUS）製のベローズ8で覆われ、ベローズ8の外側にはベローズカバー9が設けられている。

**【0022】**

支持テーブル2のほぼ中央には高周波電力を供給するための給電線12が接続している。この給電線12にはマッチングボックス11及び高周波電源10が接続されている。高周波電源10からは13.56～150MHz（好ましくは13.56～100MHz）の範囲内の高周波電力、例えば100MHzの高周波電力が支持テーブル2に供給される。

**【0023】**

また、エッチングレートを高くするためには、プラズマ生成用の高周波とプラズマ中のイオンを引き込むための高周波とを重畠させることが好ましく、イオン引き込み（バイアス電圧制御）用の高周波電源（図示せず）としては周波数が500KHz～13.56MHzの範囲のものが用いられる。なお、この周波数はエッチング対象がシリコン酸化膜の場合は3.2MHz、ポリシリコン膜や有機材料膜の場合は13.56MHzが好ましい。

**【0024】**

さらに、フォーカスリング5の外側にはバッフル板14が設けられている。バッフル板14は、支持台4及びベローズ8を介して、真空チャンバ1と電気的に導通している。一方、支持テーブル2の上方の真空チャンバ1の天壁部分には、シャワーヘッド16が、支持テーブル2と平行に対向するように設けられており、このシャワーヘッド16は接地されている。したがって、これらの支持テーブル2およびシャワーヘッド16は、一対の電極として機能する。

**【0025】**

シャワーヘッド16には多数のガス吐出孔18が設けられており、シャワーヘッド16の上部にガス導入部16aが設けられている。シャワーヘッド16と真空チャンバ1の天壁のあいだにはガス拡散用空隙17が形成されている。ガス導入部16aにはガス供給配管15aが接続しており、このガス供給配管15aの他端には、エッティング用の反応ガス及び希釀ガス等からなる処理ガスを供給する処理ガス供給系15が接続している。

**【0026】**

反応ガスとしては、例えば、ハロゲン系（フッ素系、塩素系）、水素系のガス等を用いることができ、希釀ガスとしては、Arガス、Heガス等の通常この分野で用いられるガスを用いることができる。このような処理ガスが、処理ガス供給系15からガス供給配管15a、ガス導入部16aを介してシャワーヘッド16上部のガス拡散用空隙17に至り、ガス吐出孔18から吐出され、半導体ウエハWに形成された膜のエッティングに供給される。

**【0027】**

真空チャンバ1の下部1bの側壁には、排気ポート19が形成されており、この排気ポート19には排気系20が接続している。この排気系20に設けられた真空ポンプを作動させることにより真空チャンバ1内を所定の真空度にまで減圧することができる。さらに、真空チャンバ1の下部1bの側壁上側には、半導体ウエハWの搬入出口を開閉するゲートバルブ24が設けられている。

**【0028】**

一方、真空チャンバ1の上部1aの外側周囲には、環状の磁場形成機構（リング磁石）21が真空チャンバ1と同心状に配置されており、支持テーブル2とシャワーヘッド16との間の処理空間の周囲に磁場を形成するようになっている。この磁場形成機構21は、回転機構25によって、その全体が、真空チャンバ1の回りを所定の回転速度で回転可能である。

**【0029】**

磁場形成機構21は、図2に示すように、支持部材（図示せず）により支持された複数の磁石セグメント22a（図2の場合は16個）と、図2には示してい

ないが、この磁石セグメント 22 a の夫々に対応してその下側に同数の磁石セグメント 22 b (図 3 (a) 参照) とを主要構成要素としている。尚、図 3 (a) ~ (c) は、図 2 の X-Y 断面を示す図であるが、図面及び説明を簡単にするため、図 3 (a) ~ (c) では、セグメント磁石 22 a 及び 22 b の 4 角形の辺が X-Y 断面と垂直及び平行になっていると仮定して表現している。

### 【0030】

図 2 及び図 3 (a) に示す状態では、磁石セグメント 22 a 及び 22 b は、真空チャンバ 1 内で形成される磁場の磁極が S, N, S, N, … となるように配置されている。すなわち、複数の磁石セグメント 22 a 及び 22 b は隣り合う磁石セグメント同士の磁石の向きが垂直方向でその極性が逆になるようになっており、上側磁石セグメント 22 a と対応する下側磁石セグメントの 22 b の磁極が同極で対向している。図 2 及び図 3 (a) から判るように、磁石セグメント 22 a 及び 22 b は夫々リング状に配置されおり、これらを上側及び下側磁場発生機構と称する。

### 【0031】

図 2 及び図 3 (a) に示す状態では、チャンバ 1 内では磁力線が図 2 のように隣り合う磁石セグメント間に形成され、処理空間の周辺部、即ち真空チャンバ 1 の内壁近傍では例えば 0.02 ~ 0.2 T (200 ~ 2000 G)、好ましくは 0.03 ~ 0.045 T (300 ~ 450 G) の磁場が形成され、半導体ウエハ W の中心部は実質的に無磁場状態となるようにマルチポール磁場が形成されている。

### 【0032】

なお、このように磁場の強度範囲が規定されるのは、磁場強度が強すぎると磁束洩れの原因となり、弱すぎるとプラズマ閉じ込めによる効果が得られなくなるためである。従って、このような数値は、装置の構造 (材料) によって決まる一例であって、必ずしもこの数値範囲に限定されるものではない。

### 【0033】

また、上述した半導体ウエハ W の中心部における実質的な無磁場とは、本来ゼロ T (テスラ) であることが望ましいが、半導体ウエハ W の配置部分にエッティング処理に影響を与える磁場が形成されず、実質的にウエハ処理に影響を及ぼさない。

い値すなわち磁場が弱まった状態であればよい。図2及び図3(a)に示す状態では、ウエハ周辺部に例えば磁束密度 $420 \mu\text{T}$  (4.2G) 以下の磁場が印加されており、これによりプラズマを閉じ込める機能が発揮される。

#### 【0034】

さらに、第1の本実施の形態においては、磁場形成機構21の各磁石セグメント22a及び22bは、図示しない磁石セグメント回転機構により、磁場形成機構21内においてリング状磁場発生機構(セグメント)の径方向に延ばした軸を中心に回転自在とされている。

#### 【0035】

上述したように、図3(a)～(c)は図2のX-Y断面を示す図であり、紙面の上下が垂直方向で、紙面の法線方向が半径方向である。図3(a)に示すように、各磁石セグメント22a及び22bの磁極が垂直方向に向いた状態から、図3(b)及び図3(c)に示すように、隣りあった上側磁石セグメント22a及び22bが逆方向に回転するように構成されている。上側磁石セグメント22aに対向する下側磁石セグメント22bは上側磁石セグメント22aと逆方向に回転する。なお、図3(b)は磁石セグメント22a及び22bが図3(a)の位置から45度回転した状態を示しており、図3(c)は磁石セグメント22a及び22bが図3(a)の位置から90度回転した状態を示している。特に、本第1の実施の形態では、磁石セグメントの回転を0度より大で90度以下の範囲で制御している。尚、図3(d)については後述する。

#### 【0036】

図4は、縦軸を磁場強度とし、横軸を真空チャンバ1内に配置された半導体ウエハWの中心からの距離として、図3(a)に示すように各磁石セグメント22a及び22bの磁極が垂直方向に向いた状態(曲線A)、図3(b)に示すように各磁石セグメント22a及び22bを45度回転した状態(曲線B)、図3(c)に示すように各磁石セグメント22a及び22bを90度回転した状態(曲線C)、における半導体ウエハWの中心からの距離と磁場強度との関係を示している。なお、同図に示すD/S内径とは真空チャンバ1の内壁に設けられた内壁保護用のデポシールド内径のことを示しており、実質的に真空チャンバ1(処理室)の内

径を示している。

#### 【0037】

図4の曲線Aに示すように、各磁石セグメント22a及び22bの磁極が垂直方向に向いた状態では、マルチポール磁場は実質的に半導体ウエハWの周縁部まで形成されており、一方、曲線Cで示すように、各磁石セグメント22a及び22bを90度回転した状態では、真空チャンバ1内には実質的に磁場が形成されていない状態（磁場強度が略ゼロ）となる。更に、曲線Bで示すように、磁石セグメント22a及び22bを45度回転した状態では、上記2つの状態の中間的な状態となる。

#### 【0038】

このように、第1の実施の形態においては、磁場形成機構21を構成する各磁石セグメント22a及び22bは、同期して回転可能となっている。そして、このような磁石セグメント22a及び22bの回転によって、実質的に、真空チャンバ1内の半導体ウエハWの周囲にマルチポール磁場が形成された状態と、真空チャンバ1内の半導体ウエハWの周囲に実質的にマルチポール磁場が形成されていない（磁場が弱められている）状態とに設定できるように構成されている。

#### 【0039】

したがって、例えば、上述したシリコン酸化膜等のエッティングを行う場合は、真空チャンバ1内の半導体ウエハWの周囲にマルチポール磁場を形成してエッティングを行い、これによって半導体ウエハWの面内のエッティングレートの均一性を向上させることができる。一方、上述した有機系の低誘電率膜（Low-K）等のエッティングを行う場合は、真空チャンバ1内の半導体ウエハWの周囲にマルチポール磁場を形成しないでエッティングを行い、これによって半導体ウエハWの面内のエッティングレートの均一性を向上させることができる。

#### 【0040】

図5～図7は、縦軸をエッティングレート（エッティング速度）とし、横軸を半導体ウエハの中心からの距離として、半導体ウエハW面内のエッティングレートの均一性を調べた結果を示す。図5～図7の各図において、曲線Aは真空チャンバ1内にマルチポール磁場を形成しない場合、曲線Bは真空チャンバ1内に0.03T（

300G) のマルチポール磁場を形成した場合、曲線Cは真空チャンバ1内に0.08T (800G) のマルチポール磁場を形成した場合示している。

#### 【0041】

図5はC<sub>4</sub>F<sub>8</sub>ガスでシリコン酸化膜をエッティングした場合、図6はCF<sub>4</sub>ガスでシリコン酸化膜をエッティングした場合、図7はN<sub>2</sub>とH<sub>2</sub>を含む混合ガスで有機系低誘電率膜 (Low-K) をエッティングした場合を示している。図5及び図6に示すように、C<sub>4</sub>F<sub>8</sub>やCF<sub>4</sub>ガス等のCとFを含むガスでシリコン酸化膜をエッティングする場合は、真空チャンバ1内にマルチポール磁場を形成した状態でエッティングを行った方が、エッティングレートの面内均一性を向上させることができることが判る。また、図7に示すように、N<sub>2</sub>とH<sub>2</sub>を含む混合ガスで有機系低誘電率膜 (Low-K) をエッティングした場合は、真空チャンバ1内にマルチポール磁場を形成しない状態でエッティングを行った方が、エッティングレートの面内均一性を向上させることができることが判る。

#### 【0042】

以上のとおり、第1の実施の形態においては、磁石セグメント22a及び22bを回転させることによって、真空チャンバ1内のマルチポール磁場の状態を容易に制御することができ、実施するプロセスによって、最適なマルチポール磁場の状態で良好な処理を行うことができる。

#### 【0043】

なお、磁石セグメント22a及び22bの夫々の数は、図2に示した16個に限定されるものでないことは勿論である。また、その断面形状も、図3(a)～(c)に示した正方形に限らず、円柱形、多角形等であってもよい。しかし、磁石セグメント22aを回転させることから、磁石セグメント22の設置スペースを有効に利用して装置の小型化を図るために、図3(d)に示すように、磁石セグメント22の断面形状を円形とすることが望ましい。

#### 【0044】

さらに、磁石セグメント22a及び22bを構成する磁石材料も特に限定されるものではなく、例えば、希土類磁石、フェライト磁石、アルニコ磁石等の公知の磁石材料を使用することが可能である。

**【0045】**

第2の実施の形態を図8を参照して説明する。この第2の実施の形態では、磁場形成機構が上側磁場形成機構と下側磁場形成機構（夫々リング状に構成されている）とに分離して構成され、これらの上側磁場形成機構と下側磁場形成機構を、垂直方向の回転軸回りに独立して回転可能としている。このため上側磁場形成機構と下側磁場形成機構の回転方向の相対位置を変化でき、図8(a)のように上下磁石セグメントの磁極が同極で対向した状態から図8(c)のように上下磁石セグメントの磁極が逆極で対向した状態まで変化できる。

**【0046】**

図8(a)に示す場合は、真空チャンバ1内の半導体ウエハWの周囲にマルチポール磁場が形成された状態で、図8(c)に示す場合は、実質的にマルチポール磁場が形成されていない。一方、図8(b)の場合は、図3(a)と図3(b)の場合の中間の磁場が形成される。このように、第2の実施の形態によれば、上側磁場形成機構と下側磁場形成機構を、リング状の磁場平成機構の垂直方向の中心軸の回りに独立して回転することで、第1の実施の形態と同様に、実質的に真空チャンバ1内の半導体ウエハWの周囲にマルチポール磁場が形成された状態と、真空チャンバ1内の半導体ウエハWの周囲に実質的にマルチポール磁場が形成されていない状態とに設定できるようになっている。尚、上側と下側磁場形成機構の両方を回転させる場合を説明したが、いずれか一方のみを回転させるようにしてもよい。

**【0047】**

次に、上述のように構成されたプラズマエッチング装置における処理について説明する。

**【0048】**

先ず、ゲートバルブ24を開放し、このゲートバルブ24に隣接して配置したロードロック室を介して搬送機構（共に図示せず）により半導体ウエハWを真空チャンバ1内に搬入し、予め所定の位置に下降されている支持テーブル2上に載置する。次いで、直流電源13から静電チャック6の電極6aに所定の電圧を印加すると、半導体ウエハWはクーロン力により支持テーブル2に吸着される。

**【0049】**

その後、搬送機構を真空チャンバ1の外部に退避させた後、ゲートバルブ24を閉じて支持テーブル2を図1に示す位置まで上昇させると共に、排気系20の真空ポンプにより排気ポート19介して真空チャンバ1の内部を排気する。

#### 【0050】

真空チャンバ1の内部が所定の真空度になった後、真空チャンバ1内に処理ガス供給系15から所定の処理ガスを、例えば100～1000sccmの流量で導入し、真空チャンバ1内を所定の圧力、例えば1.33～133 Pa (10～1000 mTorr)、好ましくは2.67～26.7 Pa (20～200 mTorr)程度に保持する。

#### 【0051】

この状態で高周波電源10から、支持テーブル2に、周波数が13.56～150MHz、例えば100MHz、電力が100～3000Wの高周波電力を供給する。この場合に、上述のようにして下部電極である支持テーブル2に高周波電力を印加することにより、上部電極であるシャワーヘッド16と下部電極である支持テーブル2との間の処理空間には高周波電界が形成され、これにより処理空間に供給された処理ガスがプラズマ化されて、そのプラズマにより半導体ウエハW上の所定の膜がエッティング処理される。

#### 【0052】

この時、上述したように、実施するプラズマ処理プロセスの種類等により、予め各磁石セグメント22a及び22bを所定の向きに設定するか（第1の実施の形態）、磁石セグメント22a及び22bの相対位置を変化させる（第2の実施の形態）。こうすることによって、真空チャンバ1内に所定の強度のマルチポール磁場を形成、若しくは、実質的に真空チャンバ1内にマルチポール磁場が形成しない状態に設定する。

#### 【0053】

なお、マルチポール磁場を形成すると、真空チャンバ1の側壁部（デポシールド）の磁極に対応する部分（例えば図2のPで示す部分）が局部的に削られる現象が生じるおそれがある。これに対して、モータ等の駆動源を備えた回転機構25により、磁場形成機構21を真空チャンバ1の周囲で回転させることにより、真空チャンバ1の壁部に対して磁極が移動するため、真空チャンバ1の壁部が局

部的に削られることを防止することができる。

#### 【0054】

所定のエッティング処理を実行すると、高周波電源10から高周波電力の供給を停止して、エッティング処理を停止した後、上述した手順とは逆の手順で半導体ウエハWを真空チャンバ1から外部に搬出する。

#### 【0055】

次に、マルチポール磁場の制御機構21の第3の実施の形態について説明する。なお、第3の実施の形態においても、磁石セグメント22（即ち磁場形成機構21）を回転させることによりマルチポール磁場の制御を行う点は、上述の実施の形態と同様である。

#### 【0056】

図9に示すように、第3の実施の形態では、リング状の磁場形成機構21が上下に分割されて上側磁場形成機構と下側磁場形成機構とから構成されており、さらに、上側磁場形成機構に設けた磁石セグメント22aと下側磁場形成機構に設けた磁石セグメント22bとを互いに近づけたり離したりできるように、上側及び下側磁場形成気候を上下方向に移動可能に構成している。移動量はリング間隔がリング内径の1/2程度まで特に1/3程度までが有効に働く。尚、図9において、部分的に示した真空チャンバ1及びその内部の構成は図1と同様である。

#### 【0057】

このような構成の場合、磁石セグメント22aと、磁石セグメント22bとを近接させると真空チャンバ1内の半導体ウエハWの周囲にマルチポール磁場が形成され、他方、磁石セグメント22aと磁石セグメント22bとを離すと真空チャンバ1内の半導体ウエハWの周囲に実質的にマルチポール磁場が形成されないようにすることができる。

#### 【0058】

なお、上述の実施の形態においては、本発明を半導体ウエハのエッティングを行うエッティング装置に適用した場合について説明したが、本発明はこのような場合に限定されるものではない。例えば、本発明は、半導体ウエハ以外の基板を処理する装置に応用可能であり、更には、エッティング以外のプラズマ処理、例えばC

VD等の成膜処理装置にも適用することができる。

### 【0059】

#### 【発明の効果】

以上説明したとおり、本発明によれば、プラズマ処理プロセスの種類に応じて適切なマルチポール磁場の状態を容易に制御、設定することができ、良好なプラズマ処理を容易に行うことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態が適用されるプラズマ処理装置の概略を示す図。

【図2】本発明の第1の実施の形態を説明するための概略図。

【図3】図2の磁場形成機構を構成する磁石セグメントの回転動作を説明するための図。

【図4】図1に示した真空チャンバ内の磁場強度の状態を示す図。

【図5】第1の実施の形態によるエッチング速度の半導体ウエハの面内分布と磁場との関係の一例を示す図。

【図6】第1の実施の形態によるエッチング速度の半導体ウエハの面内分布と磁場との関係の一例を示す図。

【図7】第1の実施の形態によるエッチング速度の半導体ウエハの面内分布と磁場との関係の一例を示す図。

【図8】本発明の第2の実施の形態を説明するための概略図。

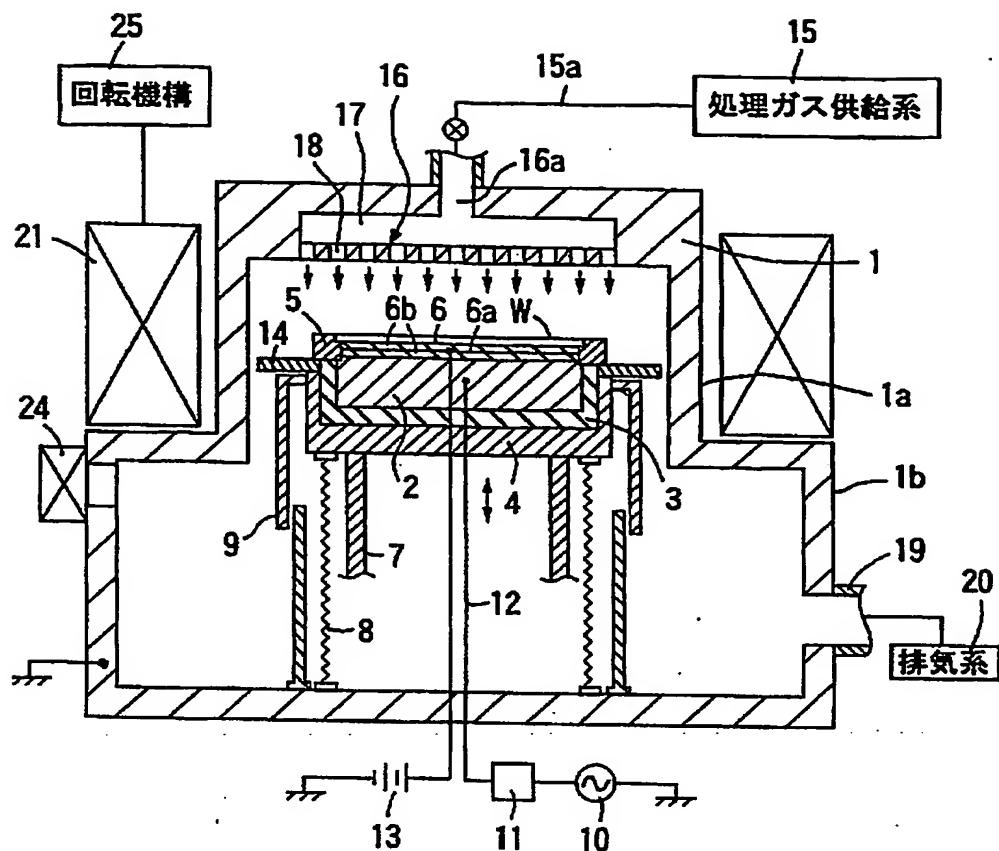
【図9】本発明の第3の実施の形態を説明するための概略図。

#### 【符号の説明】

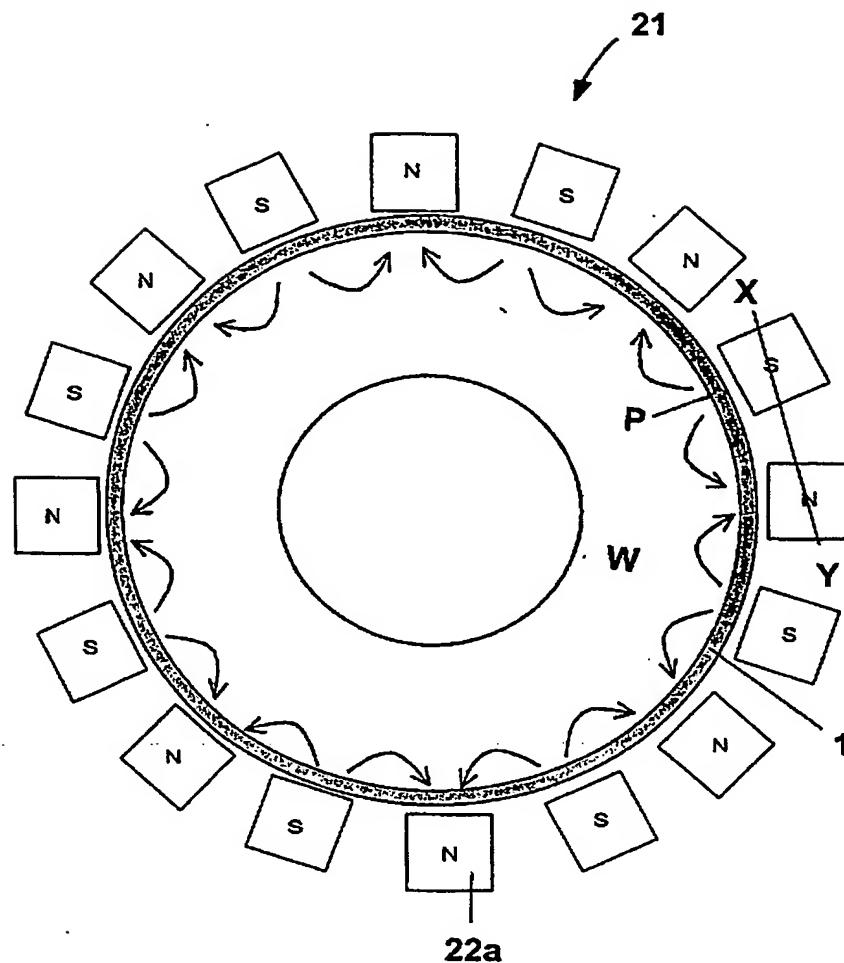
1…真空チャンバ、2…支持テーブル、3…絶縁板、4…支持台、5…フォーカスリング、6…静電チャック、7…ポールねじ、8…ベローズ、9…ベローズカバー、10…高周波電源、11…マッチングボックス、12…給電線、13…直流電源、14…バッフル板、15…処理ガス供給系、16…シャワーヘッド、17…ガス拡散用空隙、18…ガス吐出孔、19…排気ポート、20…排気系、21…磁場形成機構、22(22a, 22b)…磁石セグメント、24…ゲートバルブ、25…回転機構。

【書類名】 図面

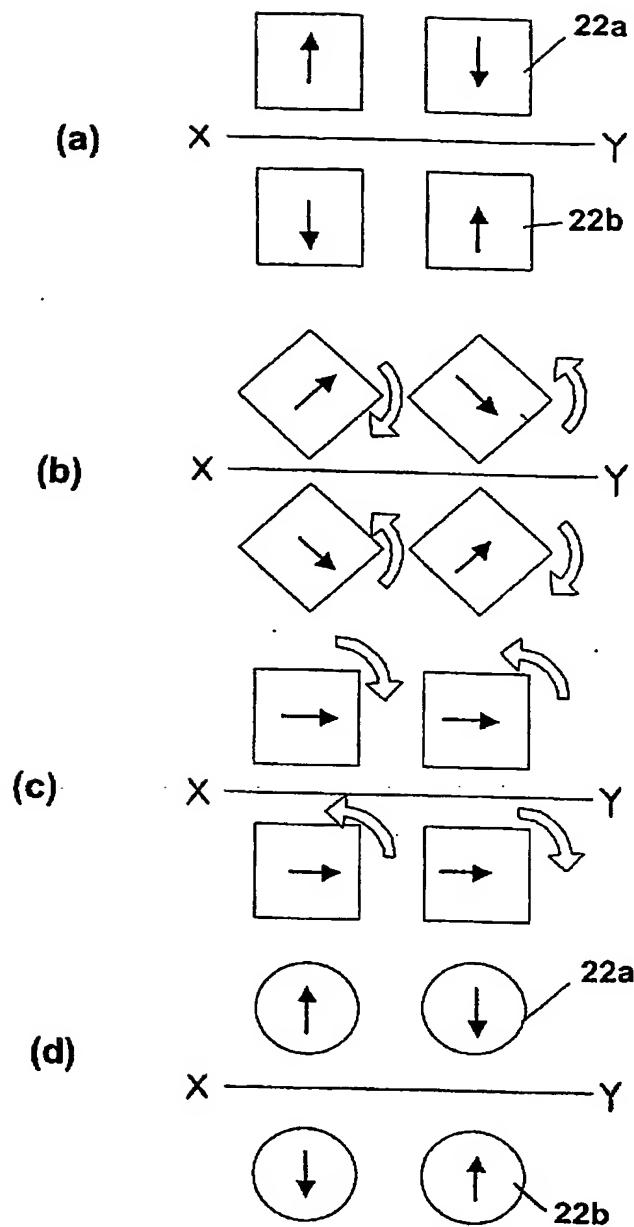
【図1】



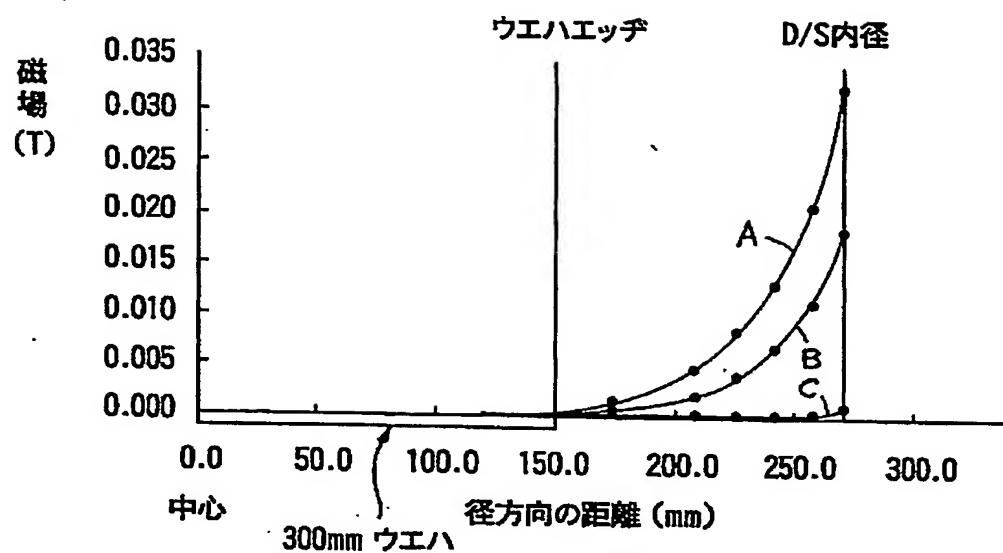
【図2】



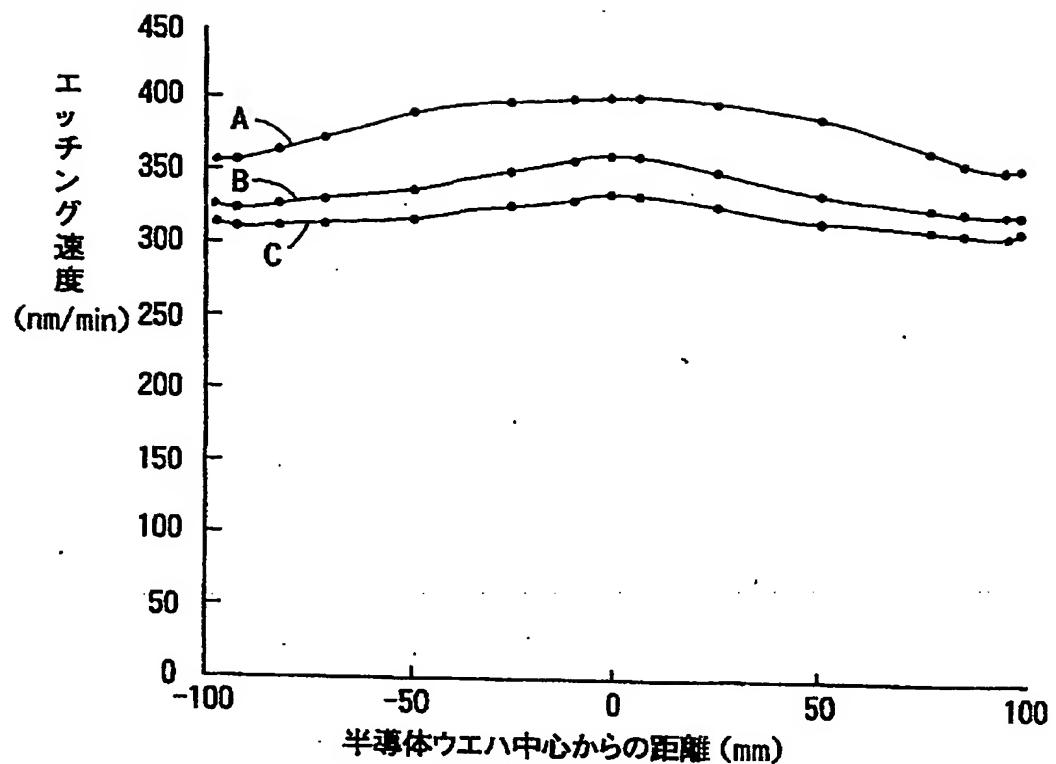
【図3】



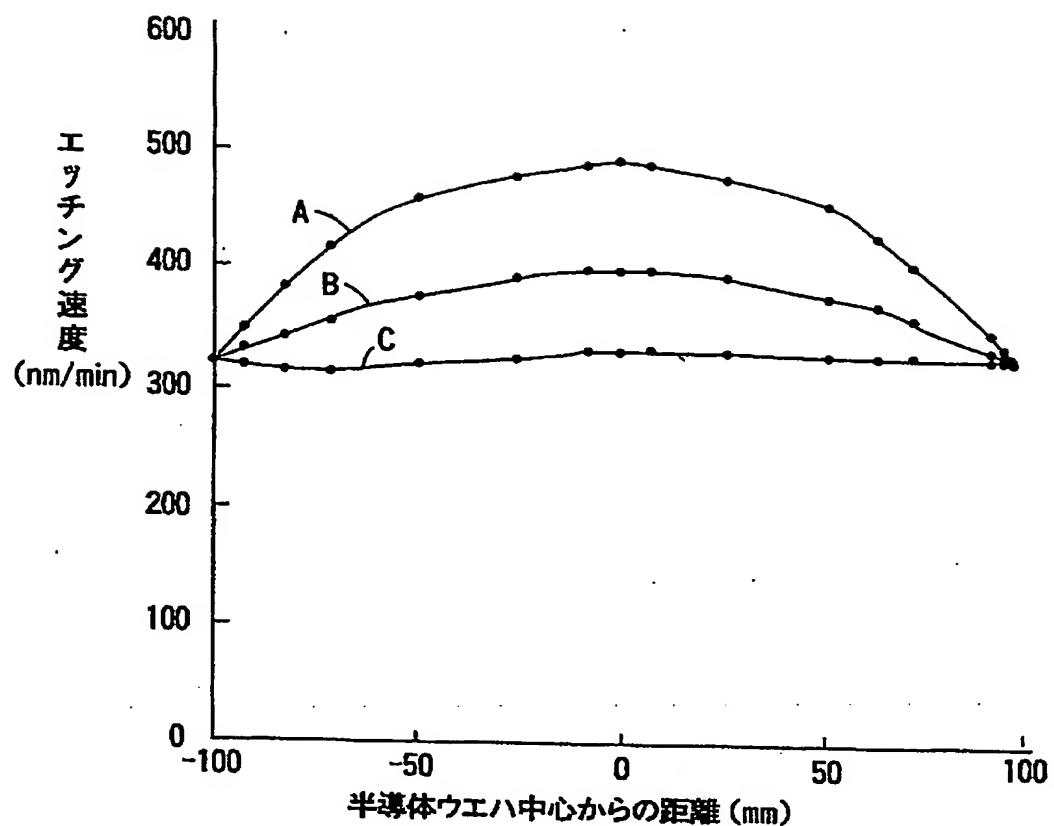
【図4】



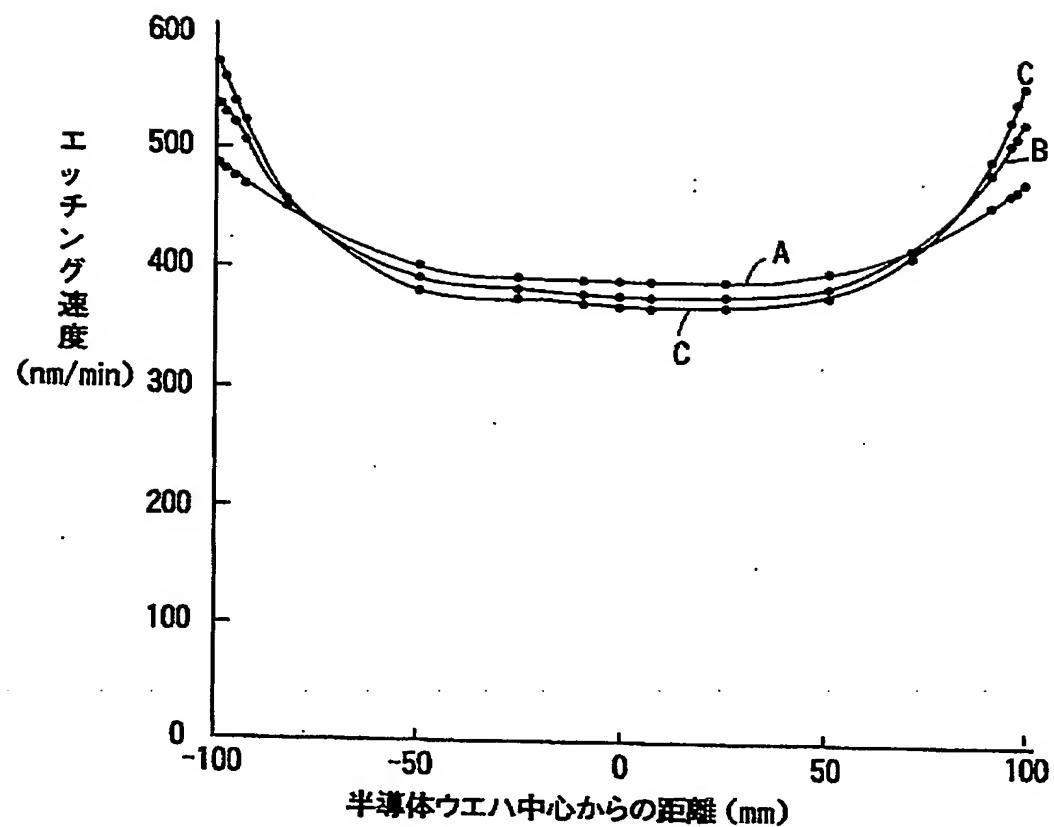
【図5】



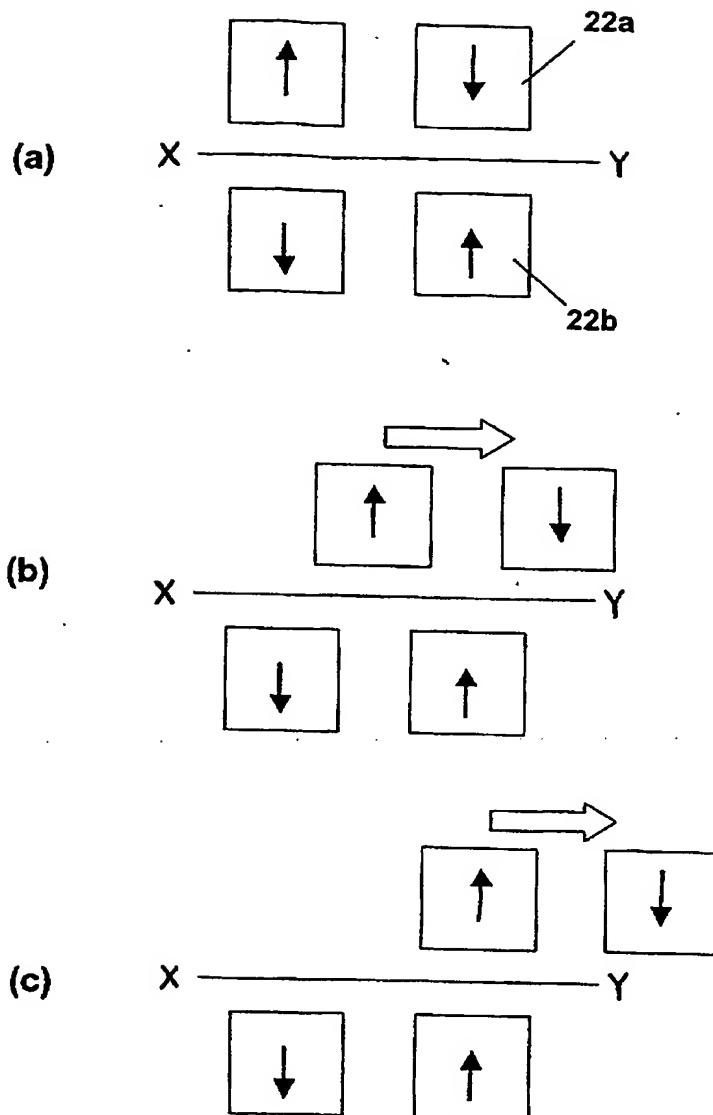
【図6】



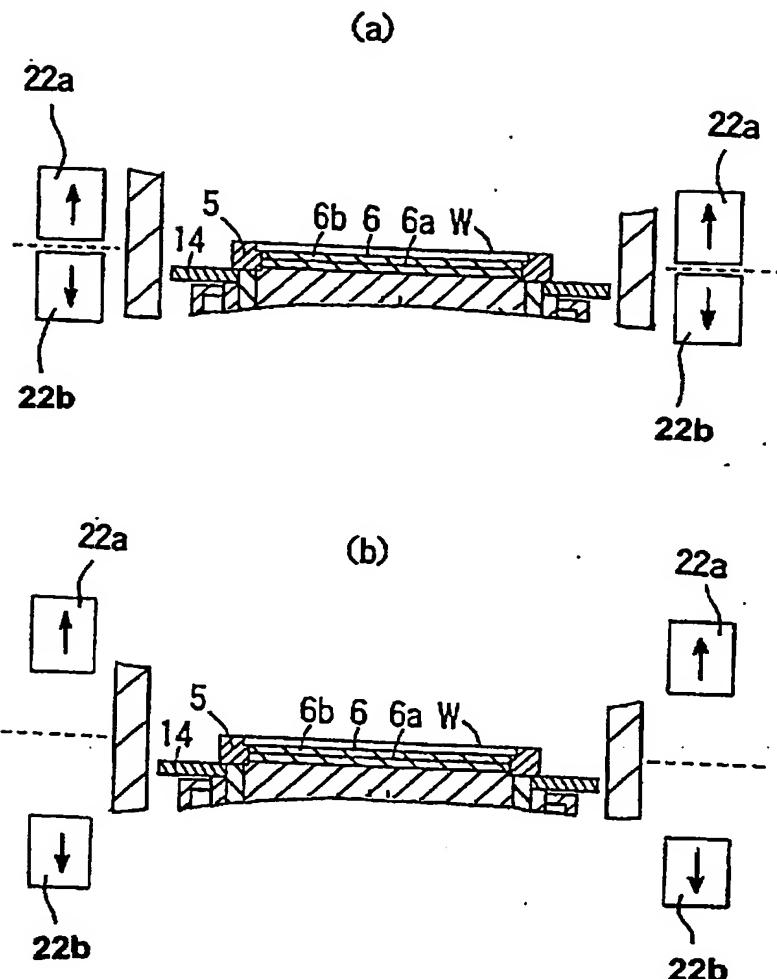
【図7】



【図 8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 マルチポール磁場の状態をプラズマ処理プロセスの種類に応じて適切に設定することができ、良好な半導体処理を簡単且つ容易に行うことを可能にしたプラズマ処理装置を提供すること。

【解決手段】 被処理基板を収容する処理室と、該処理室内に設けられて前記被処理基板に所定のプラズマ処理を施すためのプラズマを発生させる機構と、前記処理室外に設けられて前記処理室内の前記被処理基板の周囲に所定のマルチポール磁場を形成する磁場形成機構とを有するプラズマ処理装置に関し、前記磁場形成機構は、分離して設けられたリング状の上側及び下側磁場発生機構を備え、該上側及び下側磁場発生機構の夫々は磁石セグメントを有し、該磁石セグメントの各々はリングの径方向の中心軸の回りに回転可能とする。

【選択図】 図1

特願 2002-241250

出願人履歴情報

識別番号 [000002060]

1. 変更年月日 1990年 8月22日

[変更理由] 新規登録

住所 東京都千代田区大手町二丁目6番1号  
氏名 信越化学工業株式会社

特願2002-241250

出願人履歴情報

識別番号 [000219967]

1. 変更年月日 1994年 9月 5日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都港区赤坂5丁目3番6号  
氏 名 東京エレクトロン株式会社

2. 変更年月日 2003年 4月 2日

[変更理由] 住所変更

住 所 東京都港区赤坂五丁目3番6号  
氏 名 東京エレクトロン株式会社